

**DESAIN DAN PROSES PEMBUATAN CETAKAN PERMANEN
HANDPRESS KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI
COR KELABU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

MUHAMMAD TAUFAN

D 200 150 207

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**DESAIN DAN PROSES PEMBUATAN CETAKAN PERMANEN *HANDPRESS*
KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

MUHAMMAD TAUFAN

D 200 150 207

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus Yulianto', written over a faint, circular official stamp.

Agus Yulianto, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN DAN PROSES PEMBUATAN CETAKAN PERMANEN *HANDPRESS*
KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU**

OLEH

MUHAMMAD TAUFAN

D200150207

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik


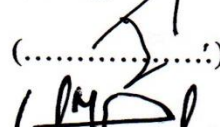
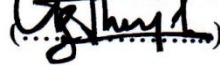
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 7 Januari 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Agus Yulianto, S.T., M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Sunardi Wiyono, M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Agus Hariyanto, M.T.**
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan



Ir. Sri Sanarjono, M.T., Ph.D., IPM
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbeneran dalam pernyataan saya diatas, maka akan dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 17 Desember 2019

Penulis



MUHAMMAD TAUFAN
NIM. D200150207

DESAIN DAN PROSES PEMBUATAN CETAKAN PERMANEN HANDPRESS KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU

Abstrak

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui desain dan proses pembuatan cetakan permanen handpress kancing bungkus dengan menggunakan software solidworks dan melakukan pengujian CE Meter, pengujian komposisi kimia, perhitungan penyusutan pada cetakan permanen handpress kancing bungkus. Tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan bahan kayu mahoni untuk pembuatan pola dan besi cor kelabu untuk pembuatan cetakan permanen handpress kancing bungkus dengan menggunakan cetakan pasir. Hasil Analisa data menunjukkan proses mendesain menggunakan software Solidworks mempermudah dalam pengerjaan gambar 2D dan 3D. Untuk Carbon Equivalent Value sebesar 4,29% sehingga disebut hipoeutektik dan untuk Komposisi kimia didapatkan unsur yang dominan antara lain (C) 3,47%, (Si) 2,41%, (Mn) 0,43% dan (Cu) 0,26%.

Kata Kunci : Pola, Solidworks, Besi Cor Kelabu, Komposisi Kimia

Abstract

This final project aims to determine the design and process of making handpress permanent molds of button pack using solidworks software and to conduct CE Meter testing, chemical composition testing, calculating of shrinkage on handpress button pack permanent molds. This final project is done by using mahogany material for pattern making and gray cast iron for making permanent molds of handpress buttons wrapped using sand molds. The results of data analysis show that the process of designing using Solidworks software makes it easy to work on 2D and 3D images. For Carbon Equivalent Value of 4,29%, it is called hypoeutectic and for chemical composition, the dominant elements are (C) 3,47%, (Si) 2,41%, (Mn) 0,43% and (Cu) 0,26%.

Keywords : Pattern, Solidworks, Gray Cast Iron, Chemical Composition

1. PENDAHULUAN

Pada industri pengecoran ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat suatu produk, salah satunya yaitu metode *reverse engineering* yang merupakan suatu metode untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan mengurangi kelemahan dan meningkatkan Produk.

Desain merupakan perencanaan dalam pembuatan sebuah objek sistem dan komponen. Dengan mengaplikasikan desain mempermudah dalam pembuatan

suatu produk, produk ini bisa berupa komponen, cetakan dan sebagainya. Dari hasil desain nantinya akan digunakan untuk proses pembuatan pola.

Pola merupakan sebuah produk dan ukuran benda yang sama seperti bentuk benda asli yang dikehendaki. Bahan pembuatan pola yang dipakai kali ini menggunakan kayu, karena pola dari kayu ekonomis dan mudah dibuat. Dalam pembuatan pola sendiri memerlukan keahlian dan pengalaman, keahlian tentang berbagai peralatan kayu untuk membuat pola merupakan hal penting, namun pengukuran, akurasi dan kemampuan membaca gambar lebih penting dari pelatihan mengerjakan perkayuan.

Pembuatan pola ini nantinya akan dijadikan sebagai cetakan *handpress* kancing bungkus melalui proses pengecoran. Pengecoran merupakan proses peleburan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang kedalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Material yang digunakan untuk proses pengecoran menggunakan besi cor yang digunakan untuk membuat cetakan dari pola kayu. Besi cor sendiri merupakan paduan dari karbon dan silikon, material ini sering digunakan karena mempunyai kelebihan yaitu kemudahan dalam proses pembuatan dan mampu dibuat secara masal.

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui perancangan dan pembuatan desain pola *handpress* kancing bungkus dengan menggunakan *software solidworks*.
- b. Mengetahui dan membuat pola untuk cetakan permanen *handpress* kancing bungkus.
- c. Mengetahui hasil komposisi kimia yang terdapat pada cetakan permanen *handpress* kancing bungkus.

Penelitian ini berkonsentrasi pada :

- a. Desain pola *handpress* kancing bungkus digambar dengan 2D dan 3D.
- b. Pembuatan desain menggunakan *software solidworks*.
- c. Pembuatan pola *handpress* kancing bungkus menggunakan kayu mahoni.
- d. Pembuatan cetakan permanen menggunakan material besi cor kelabu.
- e. Pengujian komposisi kimia menggunakan alat uji *spectrometer*.

Kumar, dkk (2019) meneliti tentang desain dan eksperimentasi pola cetak 3D dan pola kayu untuk proses pengecoran pasir. Hasil penelitian menunjukkan pembuatan pola dengan 3D dianggap sebagai alternatif yang populer untuk pengecoran konvensional. Penggunaan teknologi prototype 3D ini untuk menghilangkan pemborosan material dalam pola produksi, mengurangi waktu dalam produksi pengecoran. Pekerjaan ini adalah mengganti pola kayu dengan pola 3D agar dalam proses *prototype* lebih cepat.

Shaktawat & Patel, (2017) meneliti tentang desain, analisis dan modifikasi dalam desain pola menggunakan kombinasi aluminium dan akrilik dalam pola kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak waktu yang diperlukan untuk memperbaiki pola, contohnya pada bagian rumit dan bagian halus diganti dengan kombinasi aluminium dan bagian akrilik pada pola kayu ditambahkan untuk mencegah kerusakan. Bagian yang rumit pada pemasangan diganti dengan aluminium dan akrilik karena bagian kayu yang tipis memiliki ketahanan yang singkat. Dengan melakukan ini produk cor membutuhkan lebih sedikit proses pemesinan.

Rosyidi, (2003) meneliti tentang Perancangan pola cetakan dan penjadwalan mesin produk *Iron Ductile*. menyatakan pembuatan pola tunggal jika tidak memungkinkan maka pola tersebut dapat dibelah. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu (a) pola mudah dikeluarkan dari cetakan, (b) permukaan yang akan dibelah harus satu bidang, supaya memudahkan dalam pencetakan, (c) jumlah permukaan yang dibelah diusahakan sedikit.

1.1 Pola

Pola adalah sebuah bentuk dari benda objek yang dibuat melalui beberapa modifikasi yang disesuaikan dengan jenis cetakan. Material yang digunakan pada pembuatan pola biasanya adalah kayu, logam dan sterofoam. Berikut merupakan syarat pola yang baik :

- a. Dapat dengan mudah dibentuk.
- b. Murah dan memiliki massa yang ringan
- c. Memiliki kekuatan yang baik.

1.2 Solidworks

Solidworks merupakan *software* pendukung untuk membantu proses desain suatu rancangan. *Software* ini merupakan sebuah program CAD (*Computer Aided Design*) yang memiliki kemampuan membuat model 2D maupun 3D yang berguna untuk membantu proses pembuatan desain *prototype*. Dalam *software* ini seorang desainer dapat membuat sketsa 2D kemudian membuat model menjadi 3D untuk dilanjutkan proses pembuatan *prototype* visual (Hendrawan, dkk 2018).

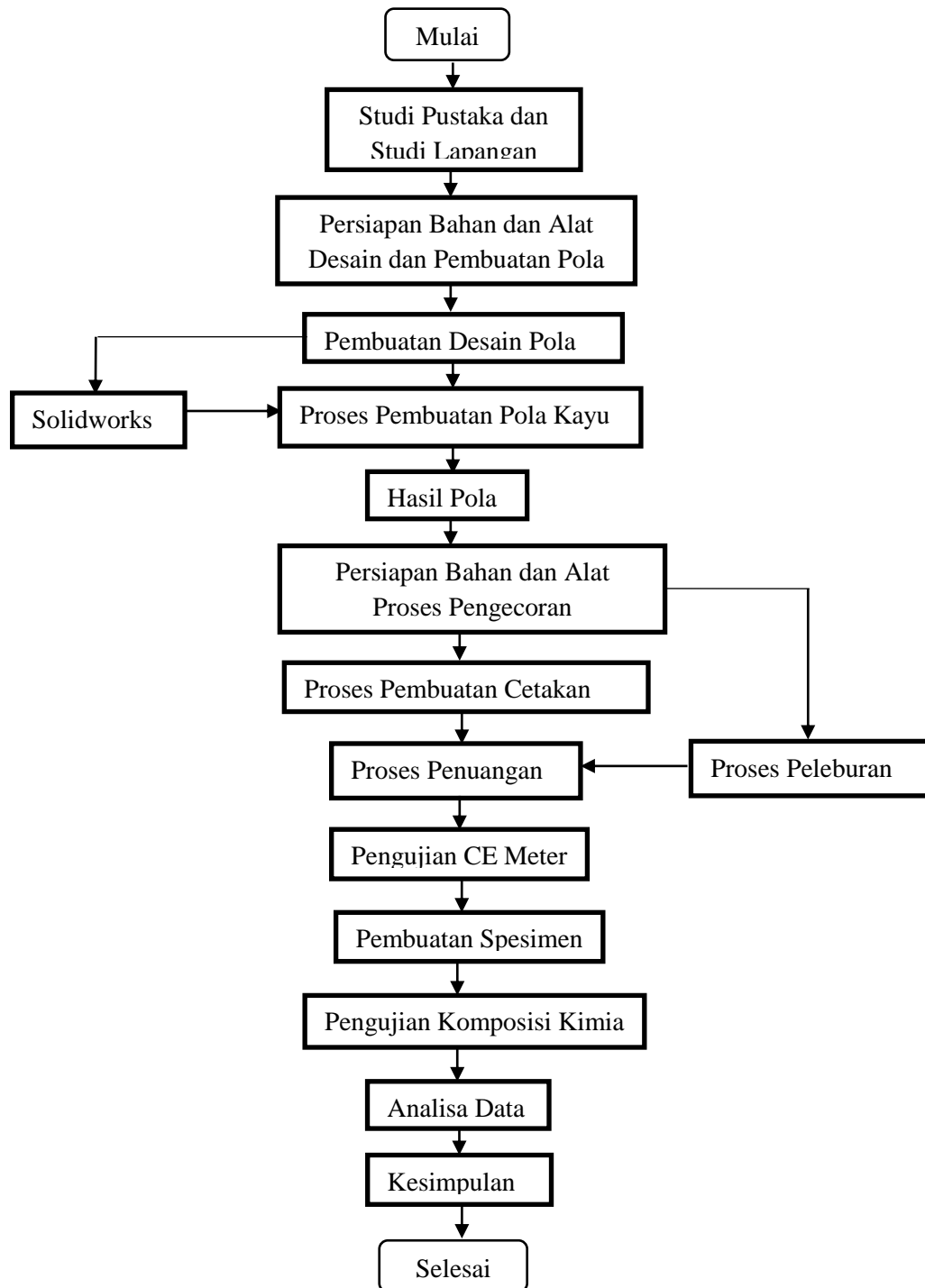
1.3 Besi Cor Kelabu

Besi cor kelabu adalah besi cor dengan kandungan karbon yang bervariasi antara 2,5% - 4% sementara kandungan silikon antara 1% - 3%. Sebagian besar grafit yang terbentuk pada besi cor ini adalah serpihan (*flakes*). Secara umum bentuk mikrostruktur besi cor kelabu tidak selalu sama, hal ini terjadi karena pengaruh komposisi atau pengaruh dari perlakuan panas. Ditinjau dari sifat mekanisnya, besi cor kelabu mempunyai kekuatan tegangan yang rendah dibanding jenis besi cor lain. Salah satu sifat yang paling efektif dari besi cor kelabu adalah kemampuan meredam energi getaran dibandingkan baja (Mugi, 2011).

1.4 Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dengan menggunakan alat *spectrometer* dilakukan untuk mengetahui jenis unsur kimia yang terkandung dalam logam dengan *spectrum* emisi gas argon dan pembacaan komputer. Alat ini bekerja dengan cara menembakkan elektroda pada spesimen dengan bantuan gas argon, selanjutnya sinar pantul yang berasal dari spesimen melalui prisma *spectrum* dibiaskan pada detektor sehingga tampil beberapa warna dengan intensitas yang berbeda. Tiap warna dan intensitas cahaya menunjukkan jenis unsur dan kandungannya yang diterjemahkan dalam bahasa program Komputer menjadi tulisan. (Arta, 2018)

2. METODE



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Alat :

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| a. Laptop Acer Aspire E1-422 | j. Amplas |
| b. <i>Software Solidworks</i> | k. Palu |
| c. Gergaji <i>Circle</i> duduk | l. Tungku Induksi |
| d. Gergaji Pita | m. Ladel Besar |
| e. Mesin Profil | n. Ladel |
| f. Mesin Gerinda tangan | o. Kerangka Cetak |
| g. Pensil | p. Tabung Silinder |
| h. Penyiku | q. Alat Uji <i>Spectrometer</i> |
| i. Pahat | r. Alat Uji CE Meter |

Bahan :

- a. Kayu Mahoni
- b. Dempul
- c. Paku
- d. Lem Kayu
- e. Besi Cor
- f. Silikon
- g. Karbon
- h. *Calcium Carbonat*
- i. Air Tetes Tebu

2.1 Langkah Penelitian**2.1.1 Pembuatan Desain Pola *Handpress* Kancing Bungkus**

- a. Mempersiapkan laptop acer aspire E1-422 dan *software solidworks*.
- b. Mulai mengerjakan gambar desain pola *handpress* kancing bungkus dengan menggunakan *software solidworks*.

2.1.2 Pembuatan Pola *Handpress* Kancing Bungkus

- a. Mempersiapkan kayu mahoni untuk pembuatan pola *handpress* kancing bungkus. Pembuatan pola ini terdapat 3 bagian yaitu : Pola samping (A), Pola samping (B) dan Pola bawah.

- b. Melakukan pemotongan bagian pola samping (A), pola samping (B) dan pola bawah pada kayu mahoni menggunakan gergaji *circle* duduk dan gergaji pita.
- c. Kemudian kayu dipotong dan dihaluskan menggunakan mesin gerinda.
- d. Melakukan proses *assembling* pada bagian pola samping (A), pola samping (B).
- e. Melakukan proses *assembling* dan pembuatan pada bagian pola bawah dengan menggunakan mesin profil.
- f. Melakukan pembuatan bagian dalam pola samping (A) dan pola samping (B) dengan proses menatah pada kayu dengan menggunakan palu dan pahat.
- g. Melakukan penghalusan kayu dengan menggunakan dempul dengan cara diratakan pada permukaan pola dan selanjutnya pola diampelas.
- h. Hasil pembuatan pola kayu *Handpress* kancing bungkus

2.1.3 Pembuatan Cetakan permanen *Handpress* Kancing Bungkus

- a. Mempersiapkan kerangka cetakan.
- b. Pola *handpress* kancing bungkus kemudian dipendam pada pasir cetak dan meratakan pasir pada sekeliling pola *handpress* kancing bungkus.
- c. Meletakkan kerangka cetakan kemudian ditaburkan kalsium karbonat dan menempatkan tabung silinder untuk saluran masuk.
- d. Kemudian isi kerangka cetakan dengan pasir.
- e. Mencabut tabung silinder dan memindahkan kerangka cetakan.
- f. Mengambil pola *handpress* kancing bungkus pada pasir cetak secara perlahan.
- g. Menutup cetakan bawah dengan menggunakan kerangka cetak.

2.1.4 Peleburan Logam

- a. Menggunakan tungku induksi sebagai tempat peleburan besi cor.
- b. Memasukan besi cor bekas dan ditambahkan silikon dan karbon kedalam tungku induksi.
- c. Tunggu besi cor hingga meleleh.

2.1.5 Penuangan Logam

- a. Mengukur temperatur dan waktu pendinginan serta perubahan unsur pada besi cor menggunakan alat CE Meter.
- b. Menuangkan cairan besi cor kedalam cetakan pasir yang sudah dibuat.

2.1.6 Pembongkaran Cetakan

- a. Cetakan pasir dibongkar untuk mengeluarkan produk cor *handpress* kancing bungkus dan membersihkan produk cor dari pasir yang menempel.
- b. Hasil produk pembuatan cetakan *Handpress* kancing bungkus.

2.1.7 Pengujian CE Meter

Pengujian CE Meter bertujuan untuk mengetahui temperatur dan waktu pendinginan serta perubahan unsur pada setiap tahap, mulai dari temperatur besi tuang, temperatur *liquid*, temperatur *solid* dan temperatur saat besi membeku. Langkah pengujian CE Meter sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat dan juga *melting* besi cor kelabu.
- b. Menyalakan alat CE Meter beserta cup CE Meter untuk di masukan kedalam cup tersebut yang sudah terhubung pada alat CE Meter.
- c. Memulai pengujian sampai grafik dan angka pada CE Meter keluar.
- d. Kemudian menunggu hasil print grafik pada alat CE Meter.
- e. Proses pengujian selesai matikan CE Meter dan buang cup CE Meter tersebut.

2.1.8 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia bertujuan untuk mengetahui prosentase kandungan unsur – unsur paduan yang terdapat dalam spesimen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji spektrum komposisi kimia universal (*spectrometer*) yang bekerja secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap permukaan spesimen (sudah dihaluskan) dengan gas argon. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengecoran Politeknik Manufaktur Ceper.

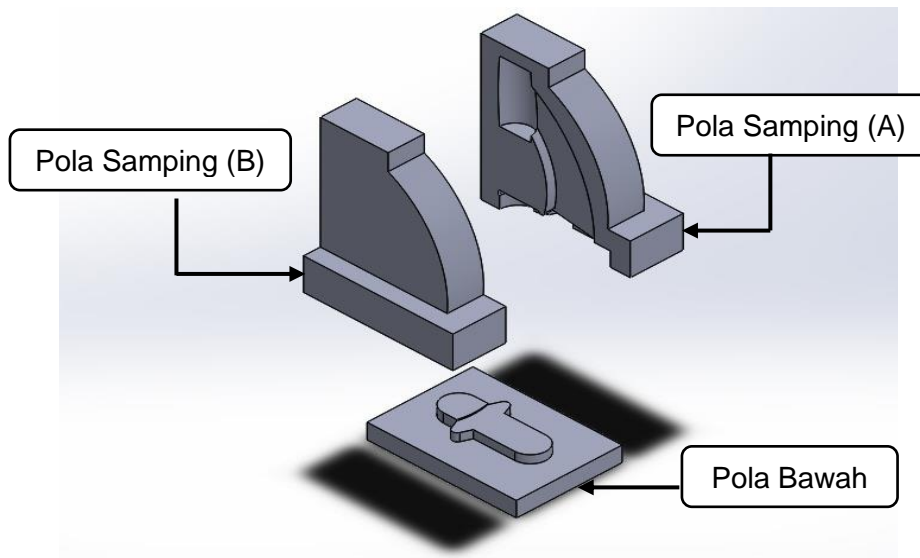
Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

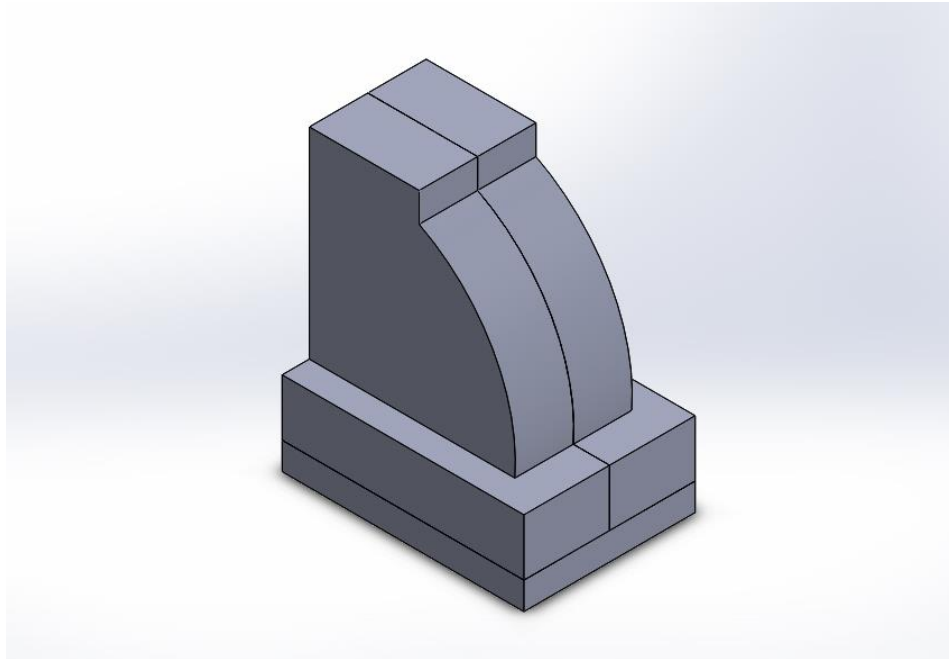
- a. Menyiapkan sampel uji dari logam cair.
- b. Sampel dituang pada cetakan logam (Cill Test).
- c. Ratakan permukaan dengan menggunakan grinder.
- d. Lakukan standarisasi alat.
- e. Melakukan analisa alat uji :
 1. Pilih Program analisa pada main menu, pilih Fe02 untuk besi cor.
 2. Letakkan spesimen sampel pada dudukan kerja.
 3. Lakukan penembakan 3 kali pada titik yang berbeda.
 4. Simpan hasil uji.
 5. Cetak (print) hasil uji yang didapatkan.
- f. Proses analisa selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Desain Pola *Handpress* Kancing Bungkus

Pola merupakan hal terpenting dalam proses pengecoran logam, dan untuk mendesain pola menggunakan *software solidworks* Karena mendesain dengan menggunakan *solidworks* mempermudah dan menguntungkan dalam pengerjaan gambar 2D dan 3D. Dalam proses menggambar ini kita menggunakan *software solidworks* 2016. Pada pembuatan pola handpress kancing bungkus terdiri dari 3 bagian yaitu pola samping (A), pola samping (B) dan pola bawah. Berikut gambar desain pola *handpress* kancing bungkus.





Gambar 2 Hasil Desain Pola *Handpress* Kancing Bungkus

3.1 Hasil dan Pembahasan Uji CE Meter

Hasil uji CE Meter pada besi cor kelabu bertujuan untuk mengetahui temperatur dan waktu pendinginan serta perubahan unsur pada setiap tahap, mulai dari temperatur tuang, temperatur *liquid*, temperatur *solid* dan temperatur saat besi membeku. Dari hasil pengujian peleburan logam menggunakan CE Meter diperoleh data sebagai berikut :



Gambar 3 Grafik Hasil Uji CE Meter

Pada hasil pengujian peleburan logam menggunakan CE Meter diperoleh temperatur awal saat dituang dalam cetakan 1317,5°C, temperatur *liquid* 1163,1°C bentuknya masih cair, kemudian temperatur *solid* 1112,7°C. Pada Pengujian CE Meter didapatkan hasil karbon (C) sebesar 3,53% dan silikon (Si) sebesar 2,27 %

3.2 Hasil dan Pembahasan Uji Komposisi Kimia

Setelah dilakukan proses pengecoran maka dilakukan uji komposisi kimia untuk mengetahui unsur kimia yang terdapat dalam produk hasil pengecoran. Dari hasil pengujian komposisi kimia diperoleh hasil data sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Uji Komposisi Kimia Besi Cor Kelabu

NO	UNSUR	KANDUNGAN %
1	Fe	93,15437
2	C	3,473
3	Si	2,4105
4	Mn	0,42821
5	P	0,03942
6	S	0,05646
7	Cr	0,08387
8	Zn	0,00733
9	Sb	0,00574
10	Mg	0,00701
11	Sn	0,02405
12	Ti	0,01508
13	Cu	0,26237
14	Mo	0,00787
15	Ni	0,01999
16	V	0,00000
17	Al	0,00254
18	B	0,00000
19	Co	0,00000
20	Pb	0,00219

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 20 unsur. Dilihat dari unsur tersebut terdapat 5 unsur yang paling dominan yaitu Fe, C, Si, Mn, dan Cu. Dari unsur dominan pada besi cor kelabu diatas pengaruh Karbon (C) 3.47% berpengaruh besar pada kekuatan dan kekerasan coran. Pengaruh pada Silikon (Si) 2,41% berpengaruh sebagai pertumbuhan grafit yang akan menyebabkan keuletan rendah. Pengaruh Mangan (Mn) 0,43% berfungsi untuk menetralsir sulfur dan meningkatkan kekerasan besi akan tetapi menghambat pada saat proses pemadatan. Pengaruh Tembaga (Cu) 0,26% mengurangi ketahanan korosi.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan desain menggunakan *software solidworks* untuk mempermudah dan menguntungkan dalam pengerjaan gambar teknik 2D dan 3D.
2. Proses pembuatan pola *handpress* kancing bungkus dimulai dari mempersiapkan kayu mahoni untuk pembuatan pola *handpress* kancing bungkus, melakukan pemotongan bagian pola samping (A), samping (B) dan pola bawah, kemudian kayu yang telah dipotong selanjutnya dihaluskan, melakukan proses *assembling* dan pembuatan pada bagian pola samping (A), samping (B) dan pola bawah, melakukan pembuatan pola bagian dalam pola samping (A), samping (B) dengan cara menatah pada kayu, langkah terakhir yaitu melakukan penghalusan kayu dengan menggunakan dempul dan selanjutnya pola kayu diamplas.
3. Hasil uji komposisi kimia pada cetakan permanen *handpress* kancing bungkus dengan material besi cor kelabu menggunakan pengujian komposisi kimia. Pengujian komposisi kimia pada produk ini menghasilkan 20 unsur. Dilihat dari unsur tersebut terdapat 5 unsur yang paling dominan yaitu Fe, C, Si, Mn, dan Cu. Dari unsur dominan pada besi cor kelabu diatas pengaruh Karbon (C) 3.47% berpengaruh besar pada kekuatan dan

kekerasan coran. Pengaruh Silikon (Si) 2,41% berpengaruh sebagai pertumbuhan grafit yang akan menyebabkan keuletan rendah. Pengaruh Mangan (Mn) 0,43% berfungsi untuk meningkatkan kekerasan besi akan tetapi menghambat pada saat proses pemadatan. Pengaruh Tembaga (Cu) 0,26% mempermudah proses pemesinan dan mengurangi ketahanan korosi.

4.2 Saran

Hasil dari penelitian ini, penulis mempunyai beberapa saran untuk dilakukan pada penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Mendesain pola sebelum melakukan proses pengecoran sangat penting karena merupakan inti dalam proses pengecoran logam.
2. Memperhatikan persiapan alat dan bahan guna mendapatkan waktu yang tepat dan hasil yang baik

PERSANTUNAN

Terimakasih kepada Bapak Agus Yulianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing naskah publikasi atas bimbingannya dalam penyelesaian naskah publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, U. D., Ruskandi, C., & Hidajatullah, M. N. (2019). *Perancangan Sistem Daur Ulang Pasir Pada Industri Pengecoran Logam Skala Kecil Perancangan Sistem Daur Ulang Pasir Pada Industri Pengecoran Logam Skala Kecil*.
- Hendrawan, M. A., & Purboputro, P. I. (2018). *Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype “ Ababil ” dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016*.
- Kumar, C. L., Varma, J. L., Haritha, B. N. (2019). *Design and Experimentation of 3D Printed Pattern and Wooden Pattern for Sand Casting Process*.
- Mugi, S. E. (2011). *Peningkatan Sifat Mekanik Besi Cor Kelabu Pada Puli Dengan Proses Heat Treatment Menggunakan Variasi Holding Time*. 61.
- Rosyidi, C. N., & Herdiman, L. (2003). *Perancangan Pola Cetakan dan Penjadwalan Mesin pada Produk Iron Ductile*, Jurnal Ilmiah, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Shaktawat, N., & Patel, C. M. (2017). *Design , Analysis and Modification in Pattern Design Using the Combination of Aluminium and Acrylic Parts in Wooden Pattern*. 13–32.
- Stefanescu, D. M. (1988). *ASM Handbook Casting*, Volume 15, American Society for Metal.
- Topo, N. (2004). *Perancangan Pola Pengecoran Logam (PPU)*. Bandung: Politeknik Manufaktur Ceper.